

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-015713

(43)Date of publication of application : 17.01.2003

(51)Int.Cl. G05B 19/4093
G05B 19/19
G05B 19/416

(21)Application number : 2001-200920 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

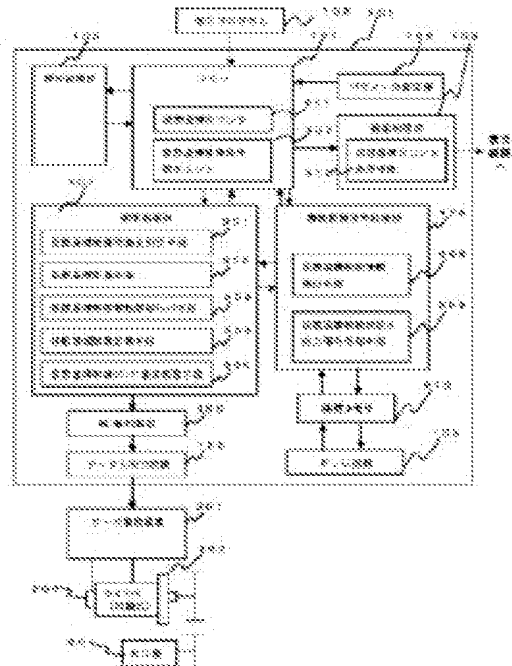
(22)Date of filing : 02.07.2001 (72)Inventor : SAGAZAKI SHIYOUICHI

(54) NUMERICAL CONTROLLER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a numerical controller having a stored stroke check function on a virtual machine coordinate.

SOLUTION: This numerical controller is provided with a virtual coordinate control condition setting area 907 for setting and holding the angle of rotation between a real machine coordinate and a virtual machine coordinate, shift amounts between the real machine coordinate and the virtual machine coordinate, and a condition for switching the real machine coordinate and the virtual machine coordinate, a virtual coordinate control switching judging means 901 for checking the switching condition of the real machine coordinate and the virtual machine coordinate based on the contents set in the virtual coordinate control condition setting area, and a virtual coordinate converting means 902 for executing coordinate conversion between the real machine coordinate and the virtual machine coordinate based on the contents set in the virtual coordinate control condition setting area.



【特許請求の範囲】

【請求項1】 実機械座標に対する仮想機械座標の回転角度、実機械座標に対する仮想機械座標のシフト量及び実機械座標と仮想機械座標とを切り換えるための条件を設定保持する仮想座標制御条件設定エリアと、この仮想座標制御条件設定エリアに設定された内容に基づいて実機械座標と仮想機械座標との切り換え条件をチェックする仮想座標制御切り換え判定手段と、前記仮想座標制御条件設定エリアに設定された内容に基づいて実機械座標と仮想機械座標との間で座標変換する仮想座標変換手段とを備えたことを特徴とする数値制御装置。

【請求項2】 実機械座標から仮想機械座標への座標変換時に計算された仮想機械座標値を書き込むための仮想座標カウンタと、この仮想座標カウンタに書き込まれた仮想機械座標値を画面に表示する仮想座標カウンタ表示手段とを備えたことを特徴とする請求項1に記載の数値制御装置。

【請求項3】 仮想機械座標上で動作している場合 実機械座標上でのクランプ速度を計算し、この計算したクランプ速度に基づいて移動軸の速度を制限する仮想座標制御クランプ速度処理手段を備えたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の数値制御装置。

【請求項4】 仮想機械座標上の移動軸可動領域を監視する仮想座標制御稼動領域チェック手段を備えたことを特徴とする請求項1～請求項3の何れかに記載の数値制御装置。

【請求項5】 前記仮想座標制御稼動領域チェック手段は、仮想機械座標上で指定された移動軸可動領域と実機械座標で指定された移動軸可動領域の共通領域または合成領域で移動軸の移動軸可動領域を監視するものであることを特徴とする請求項4に記載の数値制御装置。

【請求項6】 移動軸可動領域を関数で定義する稼動領域関数定義手段を備えたことを特徴とする請求項4または請求項5に記載の数値制御装置。

【請求項7】 PLC回路から入力またはPLC回路へ出力する信号を、実機械座標上の制御軸に対する信号か、仮想機械座標上の制御軸に対する信号かを判定し、この判定結果に基づいて信号の入力または出力処理する仮想座標制御対応入出力信号処理手段を備えたことを特徴とする請求項1～6の何れかに記載の数値制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は数値制御装置に係り特に仮想機械座標上での制御が前提で製作されている機械の制御に好適な数値制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】数値制御装置は紙テープ等から指令された加工プログラムに基づいて数値制御処理を実行し、該処理結果により工作機械を駆動してワークに指令どおり

の加工を施すものである。

【0003】図13は従来の数値制御装置を示す要部ブロック図である。101は数値制御装置を表しており、解析処理部103と、補間処理部104と、機械制御信号処理部106と、PLC回路105と、NC軸制御部180と、データ入出力回路120と、メモリ107と、パラメータ設定部108と、画面処理部109とから構成されている。また、数値制御装置101は、データ入出力回路120を介して、サーボ駆動装置201と結合され、NC軸204を駆動する。

【0004】102は加工プログラムであり、テープリーダ等から読み込まれた加工プログラム102はメモリ107に格納される。加工プログラム102を実行する際には、メモリ107から1ブロックずつ加工プログラム102が読み出され、解析処理部103で各々解析される。1ブロック毎に解析されたコードは、補間処理部104に渡され、該コードに従い、1ブロック毎の補間制御、主軸制御、補助機能制御等を行う。NC軸制御部180は、NC軸に対して、補間データに従った位置決めや補間送り等を施すための制御を行う。

【0005】サーボ駆動装置201は、サーボモータ202と結合され、検出器205からの位置フィードバックによる位置制御により、ギヤ、ボールネジ等を介して、NC軸204を駆動する。

【0006】また一般に数値制御装置では、プログラム座標回転という機能を持っている。図14に示すように、GコードとしてG68（モーダルデータ、キャンセルはG69）を用い座標の回転中心の座標（ α 、 β ）と回転角度Rを指定することによって、新たな座標系を構築する。本座標系を繰り返し使うことによって、例えば、座標系に対して回転した位置にある複雑な形状を加工する場合、回転前の座標系で元となる加工形状のプログラムを作成し、本プログラム座標回転指令によって回転中心・回転角度を指定することにより、任意のパスをプログラムすることが可能になる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の数値制御装置においては、図15に示すような機械（複数のツールが、X軸サーボモータ及びY軸サーボモータによりX軸方向及びY軸方向に移動可能なツール取付け台に、ワークの周囲に放射状に位置するように取付けられ、ツールが仮想X軸上を移動してワークを加工する機械。即ち 仮想座標系での制御が前提で製作されている機械）を制御する場合、選択されたツールの移動方向を仮想X軸に合わせるために、ツール選択毎に前記プログラム座標回転指令を記述しなければならず、煩わしい。

【0008】また、オペレータが原点復帰を行う場合はNC軸を実機械座標系で移動させ、またツールの工具長補正等のための測定の場合には 仮想機械座標系でツールを移動させるが、オペレータが機械操作毎に仮想機械

座標系で動作させるか実機械座標系で動作させるかを意識することは煩わしい。例えば、加工プログラムの指令で、いちいち、オペレータが仮想機械座標系に切り換えたり、無効にしたりすることは煩わしい。

【0009】また、従来のものは、実機械座標から仮想機械座標に変換後、変換された仮想機械座標値をオペレータが確認する手段がなく、加工プログラムの動作確認が難しかった。

【0010】また、サーボモータ202の回転速度に限界があるため、この限界速度を超えてサーボモータ202を回転させないように、通常、クランプ速度を決める。これは、パラメータ設定部108よりメモリ107に設定される。図16では、実機械座標上のA点、B点が実X軸のクランプ速度を、C点、D点が実Y軸のクランプ速度を示している。即ち、点線で示されたところが、実X軸、実Y軸のクランプ速度を示している。従って、E方向のX軸、Y軸の直線補間を考えた場合、実機械座標上ではF点がクランプ速度となるが、仮想機械座標の場合には、仮想X軸の計算上のクランプ速度は座標変換によってH点になり（実際にクランプされる速度はJ点）、また仮想Y軸の計算上のクランプ速度は座標変換によってI点になる。このため、仮想機械座標のE方向の直線補間クランプ速度はG点となり、実機械座標のクランプ速度より小さくなってしまい、サーボモータ202の性能を充分発揮させることができなかった。

【0011】また、図15に示すような仮想機械座標上での制御が前提で製作されている機械では、仮想機械座標上でのストアードストロークチェック機能（CNCに工具の進入禁止領域を設定し、工具が進入禁止領域に入る時、工具を減速停止させ、アラームを表示する機能）が必要になるが、仮想機械座標上でのストアードストロークチェック機能がなかった。

【0012】更にまた、図15に示すような仮想機械座標上での制御が前提で製作されている機械では、例えば、仮想機械座標上でX軸のみが移動中の場合（オペレータはX軸のみを動かしているつもりでいる）でも、実機械座標上ではX軸、Y軸が移動するため、X軸、Y軸の軸移動中信号がともにONしてしまう。従って、X軸のみの移動、Y軸のみの移動、X軸、Y軸両方の移動の各々で軸移動中信号を判定して動作をかえるようなプログラムがPLC回路105に組み込まれていた場合、機械が正常に動作しないケースがある。

【0013】本発明は上述のような課題を解決するためになされたもので、オペレータが加工プログラムを作成毎にプログラム座標回転指令等を記述する必要がなく、またオペレータが原点復帰等の機械操作毎に仮想機械座標系で動作させるか実機械座標系で動作させるかを意識する必要がない数値制御装置を提供することを目的とする。

【0014】また本発明は 実機械座標から仮想機械座

標に変換後、変換された仮想機械座標値をオペレータが確認しながら、加工プログラムの動作を確認することが可能な数値制御装置を提供することを目的とする。

【0015】また本発明は 仮想機械座標上のクランプ速度が、実機械座標上のクランプ速度より小さくなってしまいうことがない数値制御装置を提供することを目的とする。

【0016】また本発明は 仮想機械座標上でのストアードストロークチェック機能を有する数値制御装置を提供することを目的とする。

【0017】更にまた、本発明は 仮想機械座標上での制御が前提で製作されている機械のPLC回路と、実機械座標上での制御が前提で製作されている通常の機械のPLC回路との共通化を図ることができる数値制御装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明に係る数値制御装置は、これらの問題点を解決するためになされたもので、実機械座標に対する仮想機械座標の回転角度、実機械座標に対する仮想機械座標のシフト量及び実機械座標と仮想機械座標とを切り換えるための条件を設定保持する仮想座標制御条件設定エリアと、この仮想座標制御条件設定エリアに設定された内容に基づいて実機械座標と仮想機械座標との切り換え条件をチェックする仮想座標制御切り換え判定手段と、前記仮想座標制御条件設定エリアに設定された内容に基づいて実機械座標と仮想機械座標との間で座標変換する仮想座標変換手段とを備えるものである。

【0019】また、本発明における数値制御装置は、実機械座標から仮想機械座標への座標変換時に計算された仮想機械座標値を書き込むための仮想座標カウンタと、この仮想座標カウンタに書き込まれた仮想機械座標値を画面に表示する仮想座標カウンタ表示手段とを備えるものである。

【0020】また、本発明における数値制御装置は、仮想機械座標上で動作している場合 実機械座標上でのクランプ速度を計算し、この計算したクランプ速度に基づいて移動軸の速度を制限する仮想座標制御クランプ速度処理手段を備えるものである。

【0021】また、本発明における数値制御装置は、仮想機械座標上の移動軸可動領域を監視する仮想座標制御稼動領域チェック手段を備えるものである。

【0022】また、本発明における数値制御装置は、前記仮想座標制御稼動領域チェック手段を、仮想機械座標上で指定された移動軸可動領域と実機械座標で指定された移動軸可動領域の共通領域または合成領域で移動軸の移動軸可動領域を監視するものとしたものである。

【0023】また、本発明における数値制御装置は、移動軸可動領域を関数で定義する稼動領域関数定義手段を備えたものである。

【0024】また、本発明における数値制御装置は、PLC回路から入力またはPLC回路へ出力する信号を、実機械座標上の制御軸に対する信号か、仮想機械座標上の制御軸に対する信号かを判定し、この判定結果に基づいて信号の入力または出力処理する仮想座標制御対応入出力信号処理手段を備えるものである。

【0025】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、本発明の実施の形態1を図1～図12に基づいて説明する。図1は数値制御装置の実施の形態1を示す要部ブロック図である。本発明の実施の形態1は、図13に示す従来のブロック図と比較して、補間処理部104に、仮想座標制御切り換え判定手段901と、仮想座標変換手段902と、仮想座標制御移動領域チェック手段903と、移動領域関数定義手段904と、仮想座標制御クランプ速度処理手段905とが付加されており、また機械制御信号処理部106に、仮想座標制御情報検出手段908と仮想座標制御対応入出力信号処理手段909とが付加されており、またメモリ7に、仮想座標制御条件設定エリア907と仮想座標カウンタ911とが付加されており、更にまた画面処理部109に、仮想座標カウンタ表示手段912が付加されたことが特徴である。なお、前記各手段はソフトウェアで構成されており、また従来例と符号が同じものは従来例で説明したものと同一ものを表している。

【0026】次に仮想座標制御の条件設定処理について、図1のブロック図と、図2の仮想座標制御の運転モードに関する情報と、図3の仮想機械座標と実機械座標の関係図と、図4の条件設定内容説明図と、図6の仮想座標制御のストアードストロークリミット説明図と、図7の動作説明フローチャートとを使って説明する。

【0027】図7のフローチャートにおいて、ステップ1では、PLC回路105と機械制御信号処理部106との共有メモリ910に、PLC回路105が仮想座標制御の条件を設定する。仮想座標制御の条件は、例えば図4に示すように、制御信号1、制御信号2、ステータス、エラー要因、仮想座標対象第1軸シフト量、仮想座標対象第2軸シフト量及び仮想機械座標回転角度がある。

【0028】前記制御信号1は、メモリ運転（メモリ107に記憶された加工プログラムの実行による自動運転）、原点復帰、JOG等の各運転モードで、数値制御装置を実機械座標か仮想機械座標かの何れで動作させるかを指定するものである。指定方法は、図2に示すような共有メモリ910に設けられたテーブルの各ビットに運転モードを割り付け、この運転モードが実機械座標で制御するか仮想機械座標で制御するかを決める。例えば、ビット情報が「0」の時は実機械座標、ビット情報が「1」の時は仮想機械座標とした場合、図2の原点復帰モードは実機械座標、メモリ運転は仮想機械座標で制

御することを意味する。

【0029】ここで、ハンドルに関する信号が、ハンドル信号1、ハンドル信号2の2種類がある理由は、次のとおりである。即ち、通常、図15に示すような仮想機械座標が前提で製作されている機械では、オペレータがハンドルを用いて手でツールを動かす場合、仮想機械座標上でX軸、Y軸が制御されてなければ、オペレータが意図する位置にツールを移動させることができない。従ってこのときは、オペレータはハンドル1の信号を使用すれば、機械を仮想機械座標上で動かすことが可能になる。また、機械のメンテナンスを行うサービスエンジニア等は機械調整等で機械をハンドルによって実機械座標上で動かしたいケース（例えば図15の機械で、ツールが保持されたホルダを、実X軸、実Y軸方向に動かしたいケース）がある。従ってこのときは、機械のメンテナンスを行うサービスエンジニア等はハンドル2の信号を使用すれば、機械を実機械座標上で動かすことが可能になる。以上の理由によりハンドルに関する信号を2種類設けている。

【0030】また、多軸多系統旋盤のようなプログラム系統が複数ある機械では、仮想機械座標を使用する系統を指定する必要がある。図4の制御信号2は、前述のプログラム系統番号と仮想機械座標の対象となる2軸を指定する。PLC回路105と機械制御信号処理部106の共有メモリ910に設定された内容を、PLC回路105が機械制御信号処理部106に要求信号をオンすることによって、機械制御信号処理部106に通知するが、このとき、ステータスには機械制御信号処理部106が通知を正常に受け付けたかどうかをセットする。正常に受け付けられなかった場合には（エラーであった場合には）、エラー要因の項目にエラー番号をセットする。例えば、制御信号2で存在しない系統番号を通知した場合、ステータスにはエラーを意味する「1」を、エラー要因には、系統番号指定不正を意味する「8」がセットされる。なお、エラーとなった場合には、数値制御装置101の表示装置のエラー画面（図示せず）に、その内容を表示することにより、プログラマがそのエラーを修正する。

【0031】図3は、図4の仮想座標対象第1軸シフト量にX軸シフト量；120.000mm、図4の仮想座標対象第2軸シフト量にY軸シフト量；60.000mm、図4の仮想機械座標回転角度に回転角度；時計回り45°を設定した場合の仮想機械座標系と実機械座標系との関係を示している。このように設定された場合、仮想座標対象第1軸シフト量、仮想座標対象第2軸シフト量及び仮想機械座標回転角度の情報から、実機械座標を45°時計回りに回転させ、回転させたX軸方向に120.000mm、また、回転させたY軸方向に60.000mmシフトしたところに仮想機械座標の原点が設定される。

【0032】以上、仮想座標制御情報検出手段908は、PLC回路105からの上述の情報をメモリ107の仮想座標制御条件設定エリア907に書き込む。なお、例えば図15に示すような複数のツールが仮想X座標上で動作する機械を制御する場合、各工具に対応した仮想座標対象第1軸シフト量、仮想座標対象第2軸シフト量、仮想機械座標回転角度等が、仮想座標制御条件設定エリア907に予め書き込まれる。

【0033】次にステップ2では、図6に示すような、実機械座標上の移動軸可動領域②と、仮想機械座標上の移動軸可動領域①を、パラメータとして、パラメータ設定部108よりメモリ107の仮想座標制御条件設定エリア907に予め登録しておく。移動軸可動領域について図6を例に説明すると、実機械座標の移動軸可動領域②は、実X軸のB点の座標値と、実X軸のA点の座標値と、実Y軸のC点の座標値と、実Y軸のD点の座標値とを指定する。

【0034】また、仮想機械座標の移動軸可動領域①

$$\begin{aligned} X_r &= (X_v - X_s) \times \cos \theta - (Y_v - Y_s) \times \sin \theta \\ Y_r &= (X_v - X_s) \times \sin \theta + (Y_v - Y_s) \times \cos \theta \end{aligned}$$

・・・・・・(式1)

ここで、 X_r 、 Y_r は実機械座標値を、 X_v 、 Y_v は仮想機械座標値を、 θ は仮想機械座標回転角度を示している。また、 X_s は仮想座標対象第1軸シフト量、 Y_s は仮想座標対象第2軸シフト量を示している。

【0036】次に図8のフローチャートを使って、実機械座標から仮想機械座標の切り換え、クランプ速度、仮想機械座標表示及びストアードストロークチェックについて説明する。まず、ステップ11で、PLC回路105が機械制御信号処理部106に運転モード信号を入力すると、機械制御信号処理部106の仮想座標制御情報検出手段908が仮想座標制御切り換え判定手段901に運転モード信号を通知する。なお、運転モード信号でない場合は仮想座標制御切り換え判定手段901は何もせず処理を終了する。

【0037】次にステップ12では、仮想座標制御切り

$$\begin{aligned} X_v &= X_r \times \cos \theta + Y_r \times \sin \theta + X_s \\ Y_v &= X_r \times \sin \theta - Y_r \times \cos \theta + Y_s \end{aligned}$$

・・・・・・(式2)

ここで、 X_r 、 Y_r は実機械座標値を、 X_v 、 Y_v は仮想機械座標値を、 θ は仮想機械座標回転角度を示している。また、 X_s は仮想座標対象第1軸シフト量、 Y_s は仮想座標対象第2軸シフト量を示している。そして仮想座標変換手段902は、計算した X_v 、 Y_v を仮想座標カウンタ911にセットする。

【0039】なお、例えば図15に示すような複数のツールが仮想X座標上で動作する場合、各工具に対応した仮想座標対象第1軸シフト量、仮想座標対象第2軸シフト量、仮想機械座標回転角度等が、仮想座標制御条件設定エリア907に予め書き込まれているので、解析処

は、仮想機械座標上のX軸のa点の座標値と、仮想機械座標上のX軸のb点の座標値と、仮想機械座標上のY軸のc点の座標値と、仮想機械座標上のY軸のd点の座標値とを指定する。なお図6においては、仮想機械座標の移動軸可動領域①を、実機械座標の移動軸可動領域②とは異なった面積に設定している。これは、機械によって、仮想機械座標の移動軸可動領域①と実機械座標の移動軸可動領域②とが異なる場合が往々にしてあるため、実際の機械に対応して描いてあるからである。

【0035】仮想座標制御移動領域チェック手段903は、ステップ1で設定された仮想座標対象第1軸シフト量、仮想座標対象第2軸シフト量及び仮想機械座標回転角度から、仮想機械座標上に設定された移動軸可動領域、即ち図6に示されたA点、B点、C点、D点の座標値を式(1)によって実機械座標に変換する。なお本データは、仮想座標制御移動領域チェック手段903が後述のストアードストロークチェックを行うときに使われる。

換え判定手段901が仮想座標制御条件設定エリア907に設定された運転モード信号に対応するテーブル(図2のテーブル)を参照し、このテーブルの内容と仮想座標制御情報検出手段908から通知された入力信号とを比較する。そして例えば、運転モード信号としてメモリ運転、JOG、ハンドル1の何れかの信号が入力されている場合は、図2のテーブルを参照すると、仮想機械座標を意味する「1」が設定されているため、仮想座標変換手段902に実機械座標から仮想機械座標への変換を通知する。

【0038】次にステップ13で、仮想座標変換手段902が、仮想座標制御切り換え判定手段901からの実機械座標から仮想機械座標への変換要求を受けて仮想座標制御条件設定エリア907の情報に基づき式(2)を使って座標変換する。

理部103が工具交換指令を解析する毎に 前記仮想座標変換手段902は、その交換される工具に対応した仮想座標対象第1軸シフト量、仮想座標対象第2軸シフト量、仮想機械座標回転角度等を用いて前記演算を行う。

【0040】次にステップ14では、画面処理部109の仮想座標カウンタ表示手段912が、仮想座標カウンタ911の仮想機械座標値を数値制御装置101の画面に表示する。即ち、図5(a)に示すように、〔カウンタ表示〕画面が実機械座標値から仮想機械座標値に切り替わる。例えば、原点復帰モード中(実機械座標値で動作する)にオペレータがメモリ運転(仮想機械座標値で

動作する)に切り換えると、図5(b)に示すように、実機械座標が $X_r: 30.000\text{mm}$ 、 $Y_r: 30.000\text{mm}$ であって、仮想機械座標がX軸シフト量: 120.000mm 、Y軸シフト量: 60.000mm 、回転角度: 45° に設定されている場合、前記実機械座標における仮想機械座標値は、 $X_v: 162.426$ 、 $Y_v: 60.000$ となり、図5(A)に示すように、「カウンタ表示」画面にその仮想機械座標値を表示する。

$$\begin{aligned} VX_r &= V_v \times \sin(-\theta + \gamma) \\ VY_r &= V_v \times \cos(-\theta + \gamma) \end{aligned}$$

..... (式3)

ここで、 VX_r 、 VY_r は実機械座標上でのX軸、Y軸の速度を、 V_v は仮想機械座標での速度を、 θ は仮想機械座標回転角度を示している。また、 γ は軸の移動方向の仮想機械座標に対する角度(一側の仮想Y軸を基点とするCCW方向の角度を+方向の角度とする軸の移動方向の仮想機械座標に対する角度)を示している。

【0042】次にステップ16では、仮想座標制御クランプ速度処理手段905が、ステップ15で計算された実機械座標上での速度と、パラメータで設定された実機械座標上でのクランプ速度(パラメータ設定部108より設定されメモリ107に記憶されたクランプ速度)とを比較し、計算された実機械座標上での速度が、パラメータで設定された実機械座標上でのクランプ速度を超えた場合には、ステップ17に進む。超えていない場合はステップ18に進む。

【0043】ステップ17では、仮想座標制御クランプ速度処理手段905が計算された実機械座標上での速度をパラメータで設定された実機械座標上でのクランプ速度に置き換え、また、補間の場合、クランプ速度を超えた軸以外の軸には、クランプ速度を超えた軸のクランプ速度/クランプ速度を超えた軸の計算された実機械座標上での速度の比率を乗ずることによってクランプ速度を超えた軸以外の軸の速度を計算し、補間処理部104に通知する。

【0044】この結果、図16において説明したように、例えば仮想座標上の指令合成移動方向Eにおいて、仮想座標上で計算するとクランプ速度がG点となってしまうが、上述の通り実機械座標上の速度に変換しているのでクランプ速度をF点まで増加させることができるようになる。

【0045】次にステップ18では、補間処理部104が速度情報をもとに仮想機械座標上の次の移動指令($F\Delta t$)を作成する。次に仮想座標制御稼動領域チェック手段903が仮想機械座標上の次の移動指令($F\Delta t$)を補間処理部104から取得し、次の仮想機械座標上のX軸、Y軸の機械座標値を計算し、仮想機械座標上で定義された移動軸可動領域と実機械座標上で定義された移動軸可動領域をチェックする。まず、実機械座標上の移

【0041】次にステップ15では加工プログラム102の指令を解析処理部103で解析し、仮想座標制御切り換え判定手段901を介して仮想座標制御クランプ速度処理手段905に通知する。次に、仮想座標制御クランプ速度処理手段905が、解析処理部103で解析された速度を実機械座標上の速度に変換する。例えば図16に示すE方向の変換を行う場合には、式(3)を使用する。

動軸可動領域のチェックは次のように行う。仮想座標制御中は、仮想座標制御稼動領域チェック手段903が、仮想機械座標上のX軸、Y軸の機械座標値を実機械座標上に前述の式(1)を使って、実機械座標値を計算する。そしてこの座標値が、まず、実機械座標上で定義された移動軸可動領域以外のエリアになるかをチェックし、また、移動軸可動領域以外であればステップ19に進み、移動指令を中止してアラーム表示する。

【0046】また、移動軸可動領域以内であれば、次に仮想機械座標上で定義された移動軸可動領域をチェックする。本チェックは次のようにして行う。仮想座標制御稼動領域チェック手段903がステップ2で仮想機械座標から変換された実機械座標上で定義された移動軸可動領域のデータをメモリ107から読み出し、移動軸可動領域以外かをチェックし、移動軸可動領域以外であれば同様にステップ19に進み、移動指令を中止してアラーム表示する。また、範囲以内であれば処理を終了する。

【0047】以上のチェックによって、図6に示す仮想機械座標上で定義された移動軸可動領域と、実機械座標上で定義された移動軸可動領域との共通領域(AND領域)である網掛けされた移動軸可動領域(仮想機械座標上で動作している時における機械の実際の移動軸可動領域)を、チェックすることができる。また、本チェックは、仮想機械座標上で定義された移動軸可動領域と、実機械座標上で定義された移動軸可動領域との合成領域(OR領域)でも、アルゴリズムをかえることによってチェック可能である。

【0048】また、前記については、実X軸のB点の座標値と、実X軸のA点の座標値と、実Y軸のC点の座標値と、実Y軸のD点の座標値とを指定することにより、実機械座標の移動軸可動領域②を設定し、また仮想機械座標上のX軸のa点の座標値と、仮想機械座標上のX軸のb点の座標値と、仮想機械座標上のY軸のc点の座標値と、仮想機械座標上のY軸のd点の座標値とを指定することにより、仮想機械座標の移動軸可動領域①を設定し、そしてこの移動軸可動領域②と移動軸可動領域①とのAND領域またはOR領域をチェックすることにより、仮想機械座標上で動作している時における機械の実

際の移動軸可動領域のチェックを行うものについて説明したが、このような手段を用いることなく、前記AND領域の境界を条件式（広義の意味で以下関数と称する）で定義することも可能である。

【0049】次に、前記AND領域の境界を関数で定義した場合の処理について、図9のフローチャートと図10のストアードストロークリミット説明図を使って説明する。なお図10においても、図6と同様に、仮想機械座標の移動軸可動領域を、実機械座標の移動軸可動領域とは異なった面積に設定している。これは、機械によって、仮想機械座標の移動軸可動領域と実機械座標の移動軸可動領域とが異なる場合が往々にしてあるため、実際の機械に対応して描いてあるからである。

【0050】まず、ステップ3は前述のステップ1と同じ動作であるため説明を省略する。ステップ4では、稼動領域関数定義手段904が前記領域の境界を実X軸、実Y軸上の関数で定義する。例えば、図10に示す網掛けの移動軸可動領域の場合（仮想座標対象第1軸シフト量=0、仮想座標対象第2軸シフト量=0、仮想機械座標回転角度=45°で、各座標値が図10に記載の場合）、以下のように定義する。実Y軸を基準に考えると実X軸が0以上の場合は、

- (a) $Y < \textcircled{1} (-8)$: 常時エラー
 - (b) $\textcircled{1} (-8) \leq Y < \textcircled{2}$: $X > Y + 28.284 (20 \times \sqrt{2})$ の時エラー
 - (c) $\textcircled{2} \leq Y < \textcircled{3}$: $X > 35.000$ の時エラー
 - (d) $\textcircled{3} \leq Y < \textcircled{4} (20)$: $X > -Y + 42.426 (30 \times \sqrt{2})$ の時エラー
 - (E) $\textcircled{4} (20) \leq Y$: 常時エラー
- と定義し、実X軸が0未満の場合は
- (f) $Y < \textcircled{5} (-8)$: 常時エラー
 - (g) $\textcircled{5} (-8) \leq Y < \textcircled{6}$: $X < -Y - 10.000$ の時エラー
 - (h) $\textcircled{6} \leq Y < \textcircled{7}$: $X < -10.000$ の時エラー
 - (i) $\textcircled{7} \leq Y < \textcircled{8} (20)$: $X < Y - 20.000$ の時エラー
 - (j) $\textcircled{8} (20) \leq Y$: 常時エラー
- と定義する。

【0051】仮想座標制御稼動領域チェック手段903は仮想機械座標上の次の移動指令（FΔt）を補間処理部104から取得し、次の仮想機械座標上のX軸、Y軸の機械座標値を計算し、該機械座標を上述の式（1）を使って実機械座標上の値に変換する。変換された値を式（a）～（j）に代入して、移動軸可動領域内か移動軸可動領域外かを判定する。例えば、仮想機械座標上のX軸、Y軸の機械座標値が（28, 0）: e点で次の移動指令（FΔt）後の機械座標値が（29, 0）: f点の場合、この値を実機械座標に変換すると、実X軸、実Y

軸は各々（20, 506、20, 506）になる。まず、実X軸の値が0以上であるから、式（e）にあてはまる。即ち、移動軸可動領域外になるため、次の移動指令はNC軸制御部180に出力せず、アラーム処理する。アラーム処理は前述のステップ20のアラーム処理と同じである。なお前記説明は実機械座標と仮想機械座標で定義された移動軸可動領域の共通領域（AND領域）についてのチェック方法を説明したが、合成領域（OR領域）でも関数を定義することによって同様にチェックすることが可能である。

【0052】次に仮想座標制御中のPLC信号処理について図11及び図12を用いて説明する。図11は仮想座標制御中のPLC信号の取り扱いについて表にしたものである。例えば、軸移動中信号+または軸移動中信号-は、仮想座標制御中にX軸のみに移動指令が与えられたとき、実機械座標上では、X軸、Y軸の両方の軸が移動するが、PLC回路105にはX軸のみの軸移動中信号+または軸移動中信号-を出力することを意味し、また、PLC回路105からの入力信号であるサーボオフ信号の場合は、例え仮想座標制御中であっても、実軸のサーボ駆動装置201に対して数値制御装置101がサーボオフ信号を出力することを意味している。

【0053】次に動作について図12のフローチャートを使って説明する。ステップ31で、仮想座標制御対応入出力信号処理手段909が、仮想座標制御切り換え判定手段901に対して仮想座標制御中かどうかを問い合わせる。仮想座標制御切り換え判定手段901から仮想座標制御中でないという応答があった場合、ステップ34に進む。ステップ34では仮想座標制御対応入出力信号処理手段909は処理を何もせず、機械制御信号処理部106が通常のPLC信号処理を行う。仮想座標制御切り換え判定手段901から仮想座標制御中の応答があった場合、ステップ32に進む。

【0054】ステップ32では、例えば、加工プログラムを運転することによって、X軸が移動している場合、仮想座標制御中であるため、実際にはX軸とY軸の両方の軸が移動しているため、仮想座標制御切り換え判定手段901からはX軸、Y軸の軸移動情報が仮想座標制御対応入出力信号処理手段909に入力される。次に仮想座標制御対応入出力信号処理手段909は仮想座標制御条件設定エリア907から仮想座標制御関連軸（例えば実X軸、実Y軸）を特定し、また、解析処理部103の情報から現在の加工プログラムで指令されている指令移動軸を特定する。

【0055】次にステップ33では、仮想座標制御対応入出力信号処理手段909がステップ32で、指令移動軸が例えばX軸であり、かつ、仮想座標制御切り換え判定手段901からの軸移動情報が仮想座標制御関連軸（例えば実X軸、実Y軸）であった場合、PLC回路105に対して、X軸、Y軸の軸移動中信号+または軸移

動中信号-をPLC回路105に出力せずX軸のみの軸移動中信号+または軸移動中信号-（軸移動方向によって+になるか-になるかが決まる）を出力する。

【0056】また、例えば軸取り外し信号（軸を制御対象外とする信号で例えば主軸を駆動するモータが主軸駆動用モータと位置決め用モータの2種類のモータがありこのモータを切り換えて使用する場合の信号として用いられる）については、オペレータの操作によって例えばX軸に対する軸取り外し信号がPLC回路105から入力されると、仮想座標制御中、仮想座標制御中でない場合にかかわらず、ステップ34で、仮想座標制御対応入出力信号処理手段909が実X軸に対して軸取り外し信号を仮想座標制御切り換え判定手段901、NC軸制御部180及びデータ入出力回路120を介してサーボ駆動装置201に出力する。

【0057】

【発明の効果】以上の説明により理解されるように、この発明による数値制御装置によれば、仮想機械座標上での制御が前提で製作されている機械で、選択されたツールの刃先方向をつねにX軸に合わせることがのできるためオペレータが加工プログラムを作成毎にプログラム座標回転指令等を記述する必要はなくなる。また、オペレータが原点復帰等の機械操作毎に仮想機械座標系で動作させるか実機械座標系で動作させるかを意識する必要もなくなる。

【0058】また発明によれば、実機械座標から仮想機械座標に変換後、変換された仮想機械座標値をオペレータが確認しながら、加工プログラムの動作を確認することが可能になった。

【0059】また発明によれば、仮想機械座標上のクランプ速度が、実機械座標上のクランプ速度より小さくならない。即ち、実機械座標上で計算されたクランプ速度と同じ速度で制御することができる。

【0060】また発明によれば、仮想機械座標上でもストアードストロークチェックを行うことができる。

【0061】更にまた、発明によれば、仮想機械座標上での制御が前提で製作されている機械のPLC回路と、実機械座標上での制御が前提で製作されている通常の機械のPLC回路との共通化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係わる仮想座標制御に関する要部ブロック図である。

【図2】 本発明の実施の形態1に係わる仮想座標制御の運転モードに関する情報を示す図である。

【図3】 本発明の実施の形態1に係わる仮想機械座標と実機械座標の関係を示す図である。

【図4】 本発明の実施の形態1に係わる仮想座標制御設定情報説明図である。

【図5】 本発明の実施の形態1に係わる仮想座標制御へ切り換えたときのカウンタ表示の変化を示す図である。

【図6】 本発明の実施の形態1に係わる仮想座標制御のストアードストロークリミット（稼動領域）説明図である。

【図7】 本発明の実施の形態1に係わる仮想座標制御の稼動領域を含む仮想座標制御の設定動作を説明するフローチャートである。

【図8】 本発明の実施の形態1に係わる仮想座標制御の稼動領域を関数で定義するための処理を説明するフローチャートである。

【図9】 本発明の実施の形態1に係わる仮想座標制御動作を説明するフローチャートである。

【図10】 本発明の実施の形態1に係わる仮想座標制御のストアードストロークリミット（稼動領域）を関数で定義するための説明図である。

【図11】 本発明の実施の形態1に係わる仮想座標制御時のPLC回路の入出力信号一覧表である。

【図12】 本発明の実施の形態1に係わる仮想座標制御時のPLC回路の信号入出力動作を説明するフローチャートである。

【図13】 従来の数値制御装置の要部ブロック図である。

【図14】 従来のプログラム座標回転説明図である。

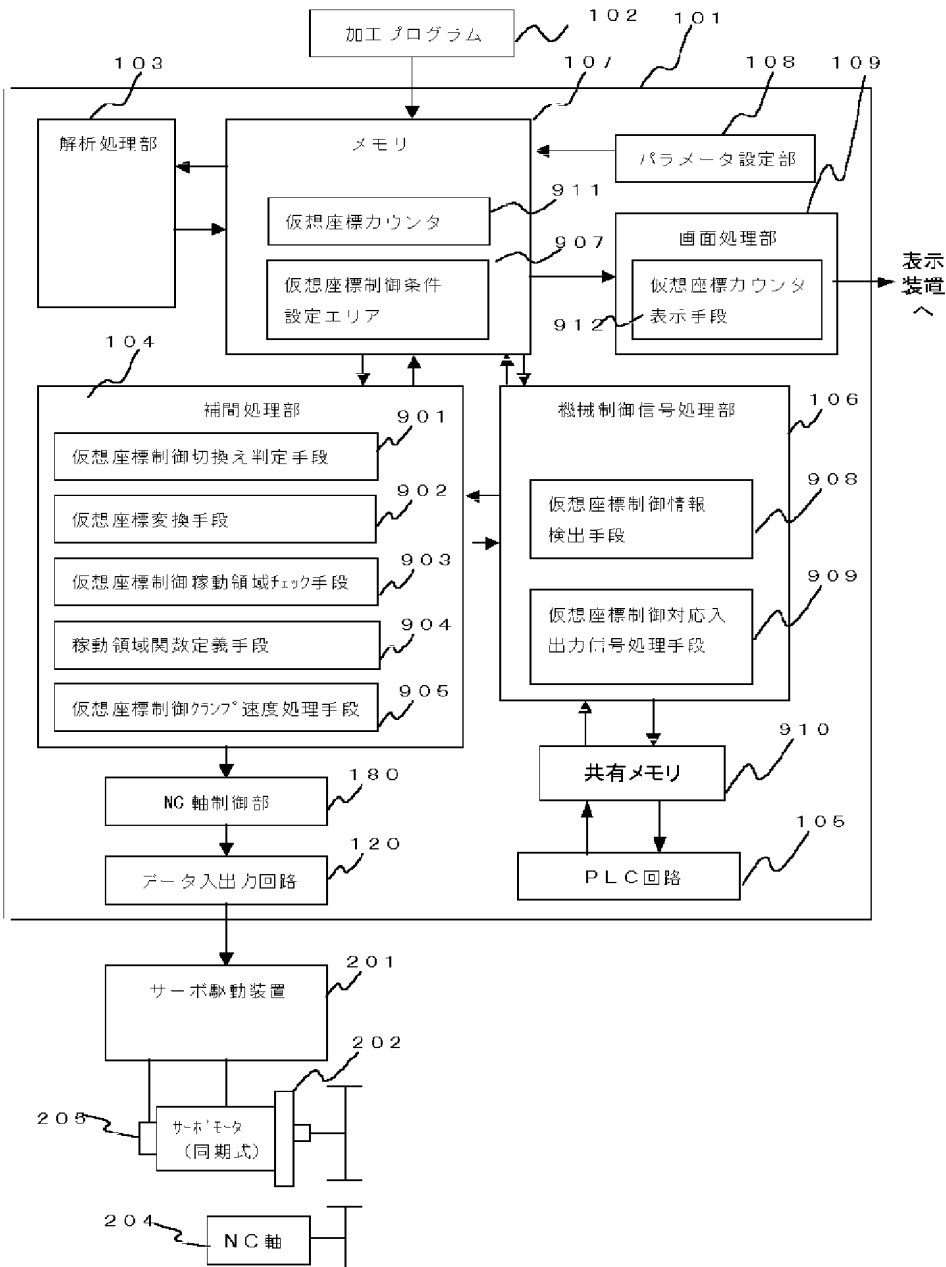
【図15】 仮想機械座標制御が前提として作成された機械の説明図である。

【図16】 座標回転のクランプ速度計算の問題点を示す説明図である

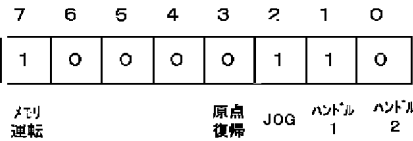
【符号の説明】

101 数値制御装置、102 加工プログラム、103 解析処理部、104 補間処理部、105 PLC回路、106 機械制御信号処理部、107 メモリ、108 パラメータ設定部、109 画面処理部、120 データ入出力回路、180 NC軸制御部、201 サーボ駆動装置、202 サーボモータ、204 NC軸、205 検出器、901 仮想座標制御切り換え判定手段、902 仮想座標変換手段、903 仮想座標制御稼動領域チェック手段、904 稼動領域関数定義手段、905 仮想座標制御クランプ速度処理手段、907 仮想座標制御条件設定エリア、908 仮想座標制御情報検出手段、909 仮想座標制御対応入出力信号処理手段、911 仮想座標カウンタ、912 仮想座標カウンタ表示手段。

【図1】



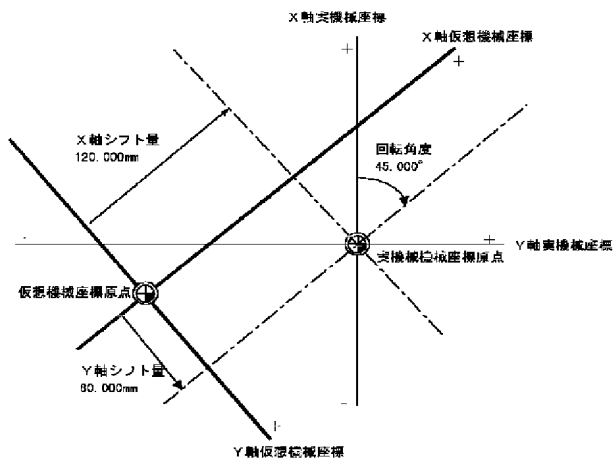
【図2】



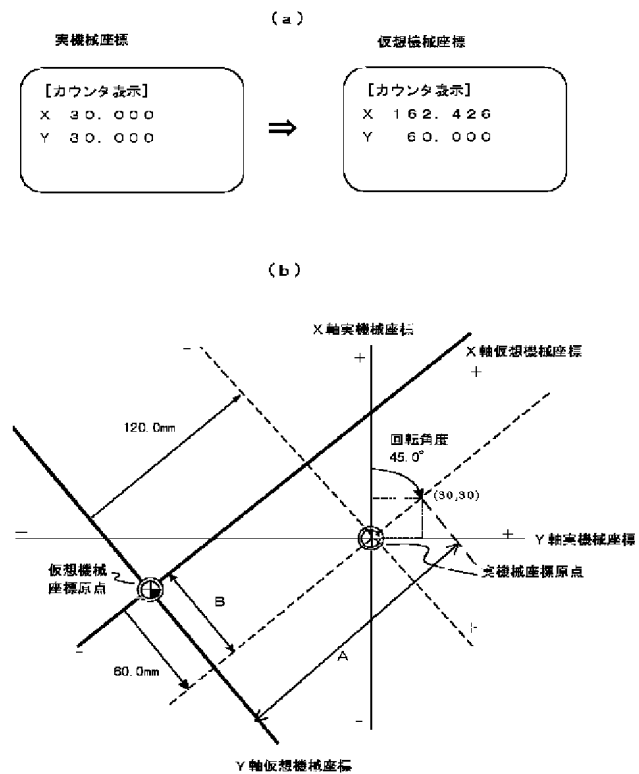
【図4】

(Rレジスタ)	(内容)	(詳細)	入力元
Rn+0	制御信号1	運転モード信号、条件設定	PLC
Rn+1	制御信号2	仮想座標対象軸設定系統の系統番号を指定(0~)、仮想座標対象軸指定	PLC
Rn+2	スタート		PLC
Rn+3	デブリーイング		PLC
Rn+4, 5	仮想座標対象第1軸シフト値	半径値固定のミクロンで指定	PLC
Rn+6, 7	仮想座標対象第2軸シフト値	半径値固定のミクロンで指定	PLC
Rn+8, 9	仮想座標座標回転角度	角度×1000で指定	PLC

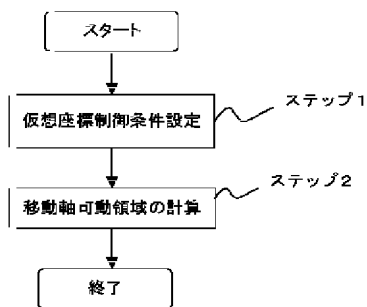
【図3】



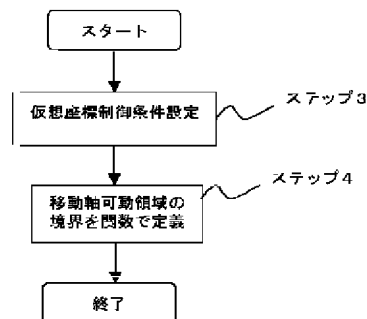
【図5】



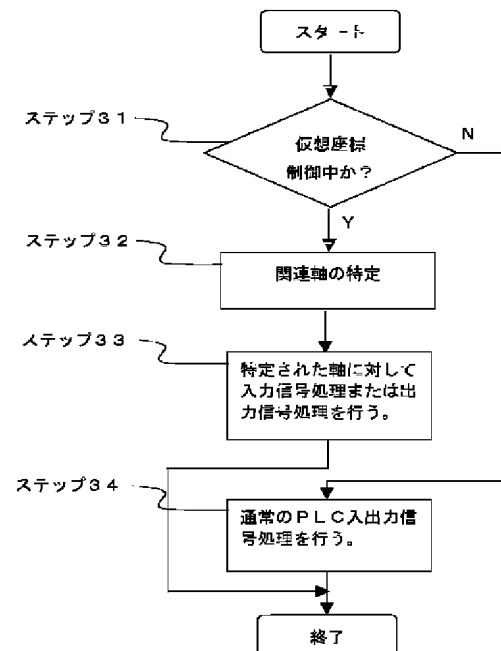
【図7】



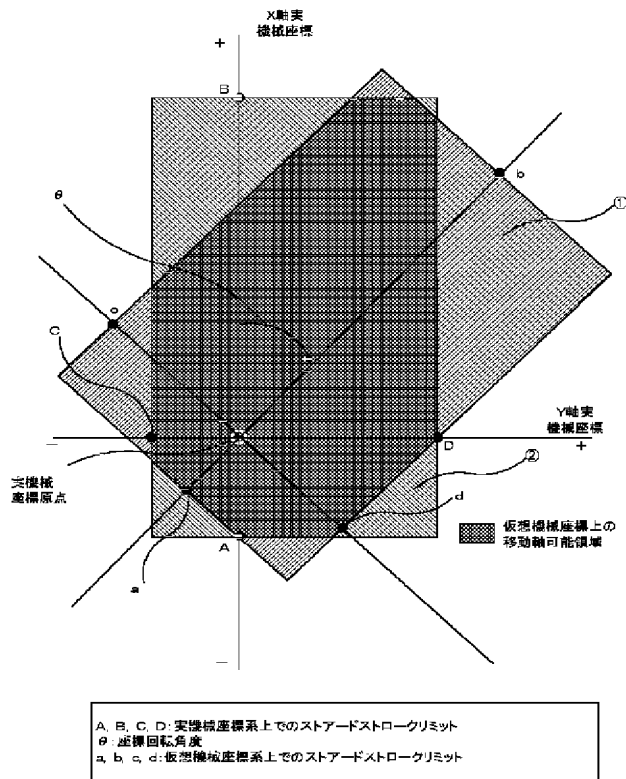
【図9】



【図12】



【図6】



【図14】

プログラム座標回転; G68, G69

指令フォーマット

Gn G68 α β R ;

n: 平面選択コード 17, 18, 19

α, β: 回転中心の座標値 X, Y, Zのうち選択されている平面に対する2軸で絶対位置で指定

R: 回転角度

(モーダルデータ)

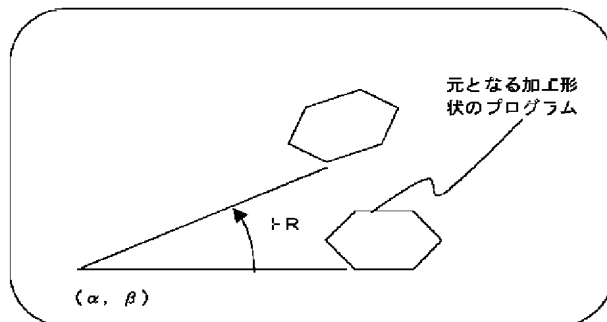
反時計方向が+

-360.000 ~ 360.000 度の範囲を 0.001 度

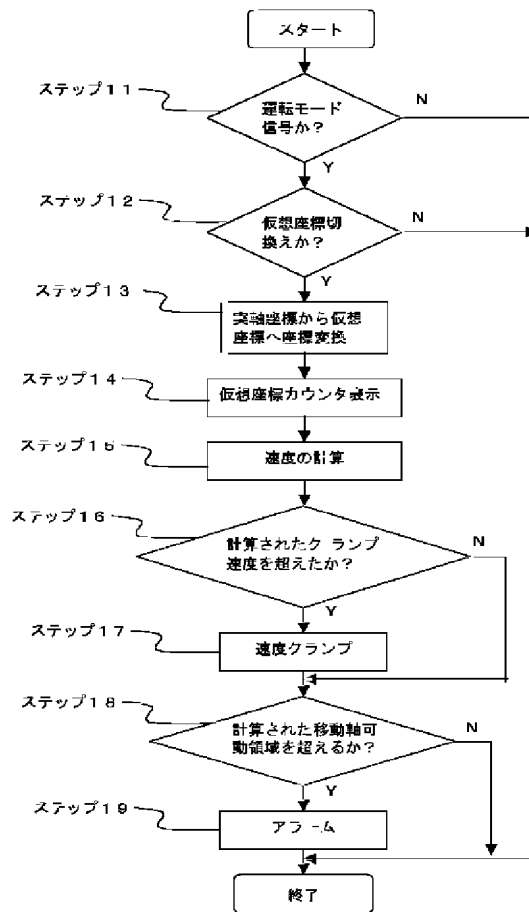
単位で指令

G69; (座標回転キャンセル)

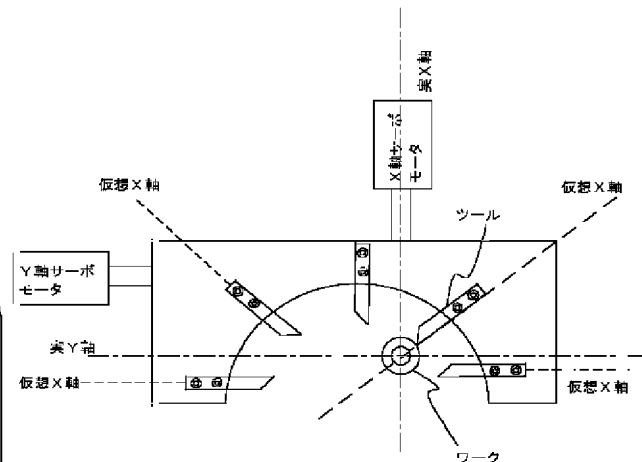
単独ブロックでも、他の指令と同ブロックでも指令可能。キャンセル時に回転角度を0にする。



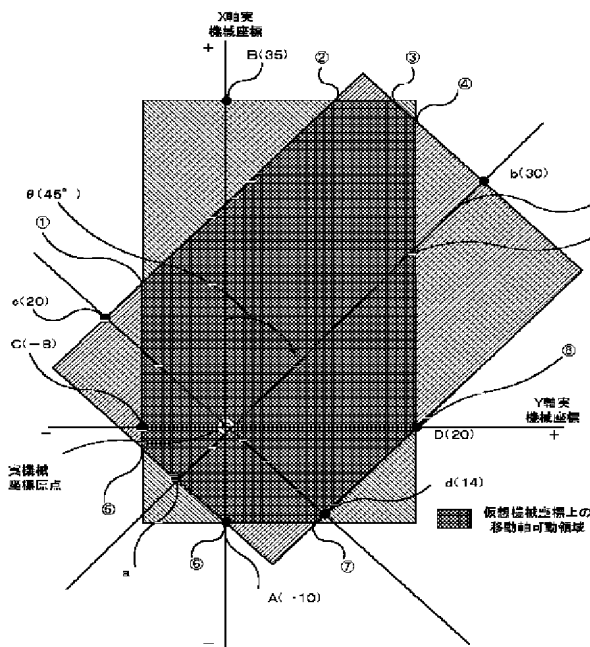
【図8】



【図15】



【図10】



A, B, C, D: 実座標系上でのストロークリミット
 θ : 座標回転角度
a, b, c, d: 仮想座標系上でのストロークリミット

【図11】

NCからの入力信号

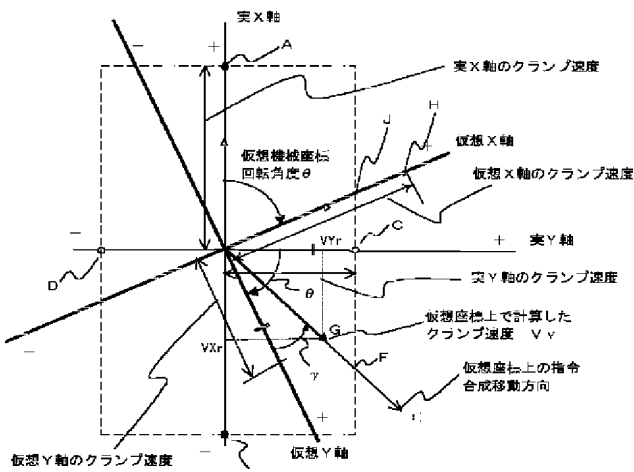
信号名称	略称	実軸/仮想座標軸
サーボレディ	RDY1~5	実軸
軸選択出力	AX1~5	仮想座標対称軸
軸移動中信号+	MVP1~5	仮想座標対称軸
軸移動中信号-	MVM1~5	仮想座標対称軸
第1原点差	ZP11~5	実軸
第2原点差	ZP21~5	実軸
第3原点差	ZP31~5	実軸
第4原点差	ZP41~5	実軸
ポジションチェック	PSW1~PSW2	仮想座標対称軸

NCへの出力信号

信号名称	略称	実軸/仮想座標軸
軸取り外し	DICH1~5	実軸
サーボオフ	*SVF1~5	実軸
ミラーイメージ	M11~5	仮想座標対称軸
外部減速+	*+ID11~5	仮想座標対称軸
外部減速-	*-ID11~5	仮想座標対称軸
自動インタロック+	*+AI11~5	仮想座標対称軸
自動インタロック-	*-AI11~5	仮想座標対称軸
手動インタロック+	*+MI11~5	仮想座標対称軸
手動インタロック-	*-MI11~5	仮想座標対称軸
自動マシンロック	AMI, K1~5	仮想座標対称軸
手動マシンロック	MMI, K1~5	仮想座標対称軸
送り軸選択+	+J1~5	仮想座標対称軸
送り軸選択-	-J1~5	仮想座標対称軸
手動自動同時有効	MA:1~5	実軸 (仮想座標キャンセル時のみ指令可能)
第1ハンドル軸番号選択	HS11, 2, 4, 8, 16	仮想座標対称軸
第2ハンドル軸番号選択	HS21, 2, 4, 8, 16	仮想座標対称軸
第3ハンドル軸番号選択	HS31, 2, 4, 8, 16	仮想座標対称軸

*) 略称の*は、B接点信号

【図16】



【図13】

